

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>H04Q 7/36</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/42799</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>20. Juli 2000 (20.07.00)</b>
---	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/00129**

(22) Internationales Anmeldedatum: **14. Januar 2000 (14.01.00)**

(30) Prioritätsdaten:  
       199 01 247.4        14. Januar 1999 (14.01.99)        **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): **DETEMOBIL [DE/DE]; Deutsche Telekom MobilNet GmbH, Landgrabenweg 151, D-53227 Bonn (DE).**

(72) Erfinder; und  
 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CLEMENS, Jürgen [DE/DE]; Im Neuwerk 11, D-21680 Stade (DE). MENDE, Wolf [DE/DE]; Monheimstr. 29, D-53229 Bonn (DE). SCHULTZE, Norbert [DE/DE]; Sperbergweg 28, D-53859 Niederkassel (DE).**

(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht**

*Mit internationalem Recherchenbericht.  
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

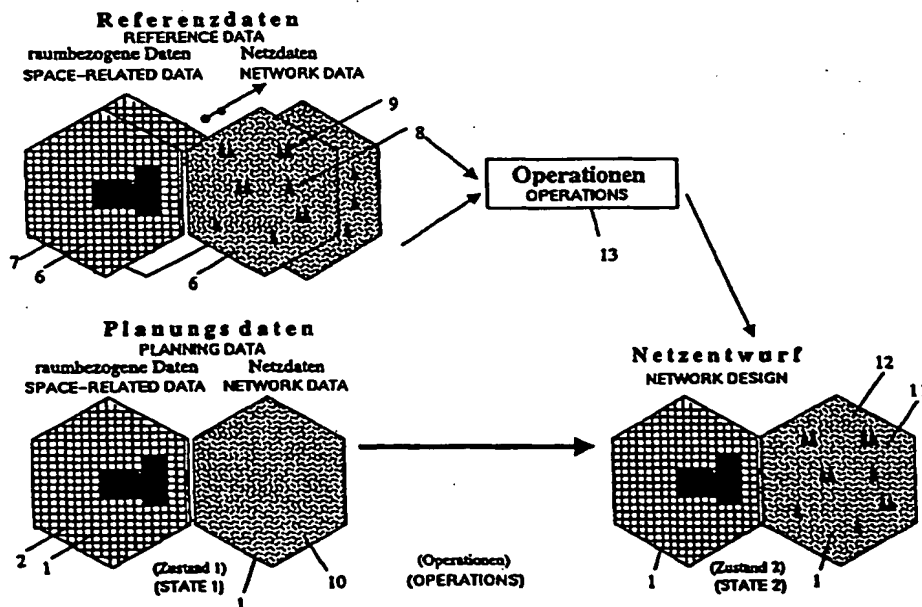
Vorlage   Ablage	<b>D 1800</b>
Haupttermin	
Eing.: <b>17. AUG. 2000</b>	
PA. Dr. Peter Riebling	
Bearb.:	Vorgelegt:

(54) Title: **METHOD FOR AUTOMATICALLY DESIGNING CELLULAR MOBILE RADIOTELEPHONE NETWORKS**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM AUTOMATISCHEN ENTWURF ZELLULARER MOBILFUNKNETZE**

(57) Abstract

The invention relates to a method for automatically designing cellular mobile radiotelephone networks. The method is characterised in that a design for a cellular mobile radiotelephone network or partial network for a new planning area can be produced automatically using the available planning data for existing, planned or abstract cellular mobile radiotelephone networks or partial networks and the space-related data of their planning areas and the space-related data of the new planning area, by processing the relationships between the space-related reference and planning data and applying co-ordinate and angle transformations to the site co-ordinates of the base stations and main beam directions of the antennae of the base stations of the reference data.



### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze, das sich dadurch auszeichnet, dass aus vorhandenen Planungsdaten realisierter, bereits geplanter oder abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete sowie den raumbezogenen Daten eines neuen Planungsgebiets durch Verarbeitung der Relationen zwischen den raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen der Referenzdaten automatisch ein Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt wird.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

## **Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze**

### **Beschreibung**

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

15 Ziel der praktischen Funknetzplanung zum Entwurf zellularer Mobilfunknetze ist es, möglichst vielen Teilnehmern eine möglichst hohe Dienstgüte zu bieten, wobei von vorgegebenen Randbedingungen wie z.B. Wellenausbreitungseigenschaften, Verfügbarkeit von Festsenderstandorten, nutzbares Frequenzspektrum, zu erwartendes Verkehrsaufkommen, Verkehrsverteilung, etc. ausgegangen werden muss.

20

In der Anfangszeit des Mobilfunks wurde die Funknetzplanung durch einen Funknetzplaner im wesentlichen manuell durchgeführt. Aufgrund immer grösserer und leistungsfähigerer Netze wurde angestrebt, immer mehr Teilschritte des Planungsverfahrens zu automatisieren. Dies erforderte leistungsfähige Rechner, die erst in letzter Zeit zur allgemeinen Verfügung stehen.  
25 Bekannte realisierte oder in Entwicklung befindliche Verfahren zum automatischen Entwurf, zur automatisierten Planung und/ oder Optimierung zellularer Mobilfunknetze unter Berücksichtigung der geographischen Bedingungen und/oder des Teilnehmerverhaltens im Planungsgebiet beruhen auf der Gesamtheit oder auf Teilen des folgenden, allgemeinen Verfahrens, das in Figur 4 schematisch dargestellt ist.  
30

In einem ersten Schritt erfolgt die Vorverarbeitung der raumbezogenen Daten des Planungsgebiets. Unter raumbezogenen Daten versteht man z.B. die zu erwartende raumbezogene Funkverkehrsverteilung, die Funkverkehrsdichte, topographische Daten, Verkehrswege (Strassen, Bahnlinien) etc. In Figur 4 ist schematisch ein betrachtetes Planungsgebiet 1 dargestellt, welches in einzelne  
35

Flächenquadrate 2 unterteilt ist. Für jedes Flächenquadrat ist eine prognostizierte, d.h. zu erwartende Verkehrsdichte dargestellt. Je dunkler die dargestellte Graufärbung, desto höher ist die erwartete Verkehrsdichte.

In einem zweiten Schritt erfolgt eine Darstellung der raumbezogenen Daten als verdichtete und normierte Merkmale, die im Beispiel als normierte Dichtepunkte 3 dargestellt sind. Die verdichteten und normierten Merkmale werden mit Algorithmen zur Berechnung der geographischen Lage der Standorte für die Basisstationen 4 des Mobilfunknetzes verarbeitet.

Schließlich erfolgt in einem dritten Schritt die Verarbeitung der Standorte der Basisstationen 4 und der verdichteten, normierten Merkmale mit Algorithmen zur Berechnung der Parameter der Basisstationen des Mobilfunknetzes. Diese Parameter sind u.a. Sendeleistung, Frequenzen, Antennenparameter, etc. In Fig. 4, unten, sind beispielsweise die vorgeschlagenen Versorgungsgebiete 5 der einzelnen Basisstationen 4 dargestellt.

Es ergibt sich ein grobes Planungsmodell, welches nun durch manuelle Arbeit zu optimieren ist. Im Beispiel sind noch Lücken zwischen den Versorgungsgebieten 5 der Basisstationen 4 vorhanden, die durch weitere Planungsmassnahmen wie z.B. Einrichtung zusätzlicher Basisstationsstandorte, Erhöhung der Sendeleistungen etc. geschlossen werden müssen.

Die bekannten Verfahren sind entweder nur für Teilaufgaben des automatischen Netzentwurfs einsetzbar oder beinhalten grundsätzliche Probleme:

Es ist bisher kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Anwendung einen vollständigen Netzentwurf erzeugt, der in seiner Qualität mit Ergebnissen der manuellen Funknetzplanung vergleichbar ist.

Ferner ist kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Gestaltung die Qualität der Ergebnisse des automatischen Netzentwurfs im Vergleich zu einem manuell geplanten oder in Betrieb befindlichen Netz oder Teilnetz bewerten und diese Qualitätsmaße im Ergebnis ausweisen kann.

Es ist kein automatisches Verfahren bekannt, das durch seine Gestaltung parallel und ohne Veränderung der Operationen für unterschiedliche Mobilfunkstandards (GSM, DCS 1800, CDMA, analoge Standards, zukünftige Standards) anwendbar ist.

Es ist auch kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung die Wiederverwendung vollständiger manueller Planungsergebnisse und Planungserfahrungen für neu zu planende Mobilfunknetze durch automatische Operationen realisiert.

5

Es ist kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung die Berücksichtigung der Besonderheiten unterschiedlicher Systemtechniken beim Entwurf von Netzen oder Teilnetzen realisiert.

- 10 Es ist weiterhin kein automatisches Verfahren bekannt, daß durch seine Gestaltung den Entwurf von Mobilfunknetzen, die unterschiedliche Mobilfunkstandards verbinden (z.B. GSM 900 und DCS 1800), realisiert.

- 15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze vorzuschlagen, welches einen vollständigen Netzentwurf erzeugt, der in seiner Qualität mit Ergebnissen einer manuellen Funknetzplanung vergleichbar ist.

- 20 Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

- 25 Die Erfindung beruht auf einem Verfahren, das aus vorgefertigten Planungsdaten realisierter, geplanter oder abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete (Referenzdaten) sowie den raumbezogenen Daten eines neuen Planungsgebiets (raumbezogene Planungsdaten) durch Verarbeitung der Relationen zwischen den raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen von Basisstationen der Referenzdaten  
30 automatisch einen Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt.

- 35 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens ist, daß damit automatisch ein realistischer, vollständiger Netzentwurf (vollständige Netzdaten und Netzparameter) erzeugt wird, der vom Anwender direkt zur Quantifizierung des Investitions- und Planungsaufwandes und für die weitere planerische Bearbeitung genutzt werden kann.

Ferner werden durch das beschriebene Verfahren die erzeugten Netze oder Teilnetze automatisch mit Qualitätsmaßen bewertet. Damit wird sichergestellt, daß für den Anwender des Verfahrens transparente Informationen über den  
5 planerischen Aufwand der weiteren Bearbeitung des Netzentwurfs bereitgestellt werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß eine gezielte, automatisierte Wiederverwendung manueller Planungsergebnisse und die normierte  
10 Speicherung von Know-How erzielt wird. Das führt zu einem erheblich verringerten Arbeits- und Rechenaufwand.

Ferner realisiert das erfindungsgemäße Verfahren eine wesentliche Qualitätsverbesserung der Funktion "synthetisches Netz" von  
15 Funknetzplanungstools durch Berücksichtigung der raumbezogenen Daten des Planungsgebiets (z.B. ein verkehrsangepaßtes synthetisches Netz).

~~Weiterhin ermöglicht das beschriebene Verfahren eine neue Klasse von~~  
Analysefunktionen eines Funknetzplanungstools, indem Netzbereiche mit  
20 ähnlichen oder übereinstimmenden raumbezogenen Bedingungen automatisch verglichen werden können.

Zudem realisiert das erfindungsgemäße Verfahren ohne Veränderung der Operationen Netzentwürfe für unterschiedliche Mobilfunkstandards und  
25 Systemtechniken durch Verwendung gleich strukturierter Referenzdaten der vorgefertigten Netze.

Zur Vorbereitung und Durchführung des beschriebenen Verfahrens werden Arbeitsschritte, Tätigkeiten und Verfahren verwendet, die einem Fachmann  
30 vertraut sind und daher hier nicht näher erläutert werden. Diese sind z.B.:

- die Erfassung, Speicherung, Prüfung und Verarbeitung raumbezogener Raster- und/oder Vektordaten,
- die Berechnung von ein- oder mehrdimensionalen Merkmalen raumbezogener  
35 Raster- und/oder Vektordaten,

- die Berechnung der Ähnlichkeit von Objekten mit mehrdimensionalen Merkmalsvektoren, einschließlich Clusterverfahren, Fuzzy- und Neuroalgorithmen,
- alle Aspekte der Normen zellulärer Mobilfunknetze, der Systemtechnik und der Endgerätechnik zellulärer Mobilfunknetze, und
- alle Aspekte von Modellen und Verfahren zur Ausbreitung, Versorgung, Interferenz, des Frequenzbedarfs, der Frequenzplanung und der Kapazität zellulärer Mobfunknetze und der Meßdaten beim Betrieb eines zellulären Mobilfunknetzes.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Aufgrund der dem Verfahren zugrundeliegenden Ähnlichkeitsberechnungen zwischen den Referenzdaten und den Planungsdaten ist es möglich, die Qualität des Netzentwurfs durch Quantifizierung der Relationen zwischen raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten zu bewerten. Die Qualität bzw. die Übereinstimmung von Teilgebieten des Netzentwurfs mit Teilgebieten des Referenznetzes lässt sich z.B. durch eine Ziffer zwischen 0 und 1 ausdrücken, wobei 0 keine Übereinstimmung und 1 eine identische Übereinstimmung zwischen den Daten des Referenzgebiets und dem Planungsgebiet anzeigt. Damit ist es dem Netzplaner möglich, den Aufwand und die Kosten für eine eventuelle manuelle Nachbearbeitung des ermittelten Netzentwurfs schnell und relativ genau abzuschätzen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf mehrere Zeichnungsfiguren näher erläutert. Dabei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Verfahrens;

Figur 2 zeigt schematisch die Struktur der technischen Realisierung des Verfahrens;

Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm der wichtigsten Verfahrensschritte;

Figur 4 zeigt allgemein die notwendigen Verfahrensschritte bei der (teil-) automatisierten Funknetzplanung gemäss dem Stand der Technik.

Erfindungsgemäss wird von folgenden Überlegungen ausgegangen:

- 5 Zwei geographische Flächen mit identischen raumbezogenen Merkmalen können durch Mobilfunknetze oder Teilnetze versorgt werden, die bis auf die raumbezogenen Parameter (Koordinaten der Basisstationen, Hauptstrahlrichtungen der Antennen) identisch sind.

- 10 Daraus folgt, daß sich zwei geographische Flächen mit identischen raumbezogenen Merkmalen durch identische raumbezogene Dateninhalte repräsentieren lassen, wobei die Dateninhalte maschinell verarbeitbar sind.

- Die Vorüberlegungen basieren darauf, daß die Anzahl der geplanten und realisierten zellularen Mobilfunknetze und Teilnetze eines Netzbetreibers wie T-Mobil sehr groß ist. Geht diese Anzahl theoretisch gegen unendlich, so ist für jedes neue Planungsgebiet bereits ein Planungsgebiet mit identischen raumbezogenen Dateninhalten vorhanden. Das lokal vorhandene Mobilfunknetz kann, durch Transformation der raumbezogenen Parameter, zum Netzentwurf für das neue Planungsgebiet verarbeitet werden.

- 20 Bei einer realistischen Anzahl geplanter und realisierter Mobilfunknetze eines Netzbetreibers wie T-Mobil ist für jedes neue Planungsgebiet genau dann bereits ein Planungsgebiet mit identischen raumbezogenen Dateninhalten vorhanden, wenn die Größe der Fläche des Planungsgebiets theoretisch gegen Null geht bzw. sich der Auflösung der raumbezogenen Daten (z.B. 5 X 5 Bogensekunden) nähert.

Je kleiner das Planungsgebiet und das mit dieser geographischen Fläche verbundene Teilnetz ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit für vorhandene Identitäten in den raumbezogenen Dateninhalten.

- 30 Die realistische, praktische Anwendung erfolgt dann, wenn die raumbezogenen Dateninhalte eines vorhandenen und eines neuen Planungsgebiets durch Einführung eines Ähnlichkeits-Kriteriums als identisch betrachtet werden. Der Grad der Ähnlichkeit der raumbezogenen Dateninhalte ist ein Qualitätsmaß für die Paßfähigkeit des Entwurfs für das neue zellulare Mobilfunknetz oder Teilnetz.

35

In Figur 1 ist schematisch der Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt.



Die raumbezogene Planungsdaten des Planungsgebiets 1 sind bekannt. Die Planungsdaten wurden dabei vorher durch bekannte Verfahren und Massnahmen ermittelt und können enthalten:

- 5 – Höhendaten,
  - Landnutzungsdaten,
  - Verkehrswege (Straßendaten, Eisenbahndaten, Schifffahrtslinien),
  - Verkehrsdaten (z.B. Verkehrsmengen-Verteilung in den Flächenquadraten 2),
  - Teilnehmerverteilung,
  - 10 – Bevölkerungsverteilung
- oder spezielle, geeignete Teilmengen dieser Gesamtmenge.

Die Netzdaten 10, die das gesuchte Netz oder Teilnetz beschreiben, sind noch nicht bekannt und sollen durch das Verfahren ermittelt werden.

- 15 Aus bereits durchgeführten Funknetzplanungen in einem betrachteten Planungsgebiet 6 sind die Netzdaten und Parameter bekannt und stellen eine entsprechende Menge Referenzdaten dar, die über eineindeutige Relation mit den Planungsgebieten dieser vorgefertigten, geplanten oder realisierten
- 20 Mobilfunknetze oder Teilnetze verbunden sind: Diese Daten enthalten ebenfalls:
- Höhendaten,
  - Landnutzungsdaten,
  - Verkehrswege (Straßendaten, Eisenbahndaten, Schifffahrtslinien),
  - Verkehrsdaten (z.B. Verkehrsmengen-Verteilung in den Flächenquadraten 7),
  - 25 – Teilnehmerverteilung,
  - Bevölkerungsverteilung
- oder spezielle, geeignete Teilmengen dieser Gesamtmenge.

- 30 Damit stehen Referenzdaten zur Verfügung, welche sowohl die Teilmenge der Netzdaten und Netzparameter der vorgefertigten Mobilfunknetze (z.B. Standorte der Basisstationen 9 und sich daraus ergebende Feldstärkeverteilungen 8) als auch, über eindeutige Relationen verbunden, die Teilmenge der raumbezogenen Daten ihrer Planungsgebiete enthalten.

Es werden nun erfindungsgemäss Operationen 13 durchgeführt, die eine Überführung aus dem Zustand vorgefertigter Mobilfunknetze oder Teilnetze 6 in den Zustand Netzentwurf für ein neues Planungsgebiet 1 realisieren.

Die Teiloperationen sind:

5

- Merkmalsberechnung raumbezogener Referenz- und Planungsdaten 7, die als ein- oder mehrdimensionale Merkmale oder Parameter dargestellt werden,
- Ähnlichkeitsberechnung mehrdimensionaler Merkmale des Planungsgebietes 1 und des Referenzgebiets 6,
- 10 – Abbildung der Standorte der Basisstationen des Referenzgebiets 6 auf das Planungsgebiet 1 durch Koordinatentransformation der Standorte der Basisstationen 9 in geographischer Länge, Breite und Drehung bezogen auf den Nullmeridian,
- Winkeltransformation der Hauptstrahlrichtungen der Antennen der
- 15 – Basisstationen 9 für Drehungen bezogen auf den Nullmeridian.

Es ergibt sich ein Netzentwurf, der aus Planungsdaten und Parameter des automatisch erzeugten, vollständigen Mobilfunknetzes oder Teilnetzes besteht (Standort der Basisstationen 12, Parameter zur Berechnung der

20 Feldstärkeverteilung 11, etc.). Je genauer das Referenzgebiet und dessen raumbezogene Daten mit dem Planungsgebiet und dessen raumbezogenen Daten übereinstimmt, desto grösser ist die Übereinstimmung der Netzdaten des Netzentwurfs mit den Daten des Referenz-Netzentwurfs.

25 Gemäss Figur 2 ergibt sich also ein Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze, bei dem

- ohne notwendigen Eingriff des Menschen
- für ein zu planendes Mobilfunknetz oder Teilnetz N1
- 30 – auf einer geographischen Fläche 1
- ein reales oder abstraktes Mobilfunknetz oder Teilnetz N2 auf einer realen oder abstrakten geographischen Fläche 6
- genau dann in den raumbezogenen Parametern Standortkoordinaten der Basisstationen 9, 12 und Antennen-Hauptstrahlrichtungen verändert
- 35 – und auf der geographischen Fläche 1 durch Koordinatentransformation der geographischen Länge, Breite sowie der Drehung in Bezug auf den Nullmeridian im Netz N1 substituiert wird,

- wenn die Merkmale der raumbezogenen Daten der geographischen Flächen 1 und 6 gleich sind oder nach einem bestimmten Kriterium gleichgesetzt werden.

Zur technischen Realisierung des erfindungsgemässen Verfahrens muss eine dem Stand der Technik entsprechende rechentechnische Hard- und Software eines Funknetzplanungstools, einschließlich der Ein-/Ausgabeperipherie, um Programme zur Realisierung der Operationen des erfundenen Verfahrens ergänzt werden.

Es sind dem Stand der Technik entsprechende Speichermedien für raumbezogene Raster- und Vektordaten vorzusehen.

Ferner sind dem Stand der Technik entsprechende Speichermedien für Planungsdaten und Parameter geplanter oder realisierter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze vorzusehen. Die Daten der Referenzdaten sind in entsprechenden Datenbanken abrufbar.

Figur 3 beschreibt nochmals im einzelnen die Schritte des automatisierten Planungsverfahrens:

(1) Lesen der raumbezogenen Referenzdaten  $r_1$  bis  $r_n$ :

Es wird ein Zugriff auf die raumbezogenen Daten der Referenznetze (jeweils repräsentiert durch ihre raumbezogenen Referenzdaten und ihre Referenznetzdaten) hergestellt.

(2) Berechnen der Merkmale  $M_{r1}$  bis  $M_{rn}$ :

Zu jedem Referenznetz  $r_i$ ,  $i=1$  bis  $n$ , wird ein Merkmal  $M_{ri}$  berechnet. Einsetzbar sind sowohl allgemeine, dem Stand der Technik entsprechende Verfahren der Mustererkennung und Datenverdichtung als auch normierte Speichertechniken der raumbezogenen Daten als Matrix oder Knoten/Kanten-Vektor ohne spezielle Datenverdichtungen.

(3) Lesen der raumbezogenen Planungsdaten  $r_p$ :

Zugriff auf die raumbezogenen Daten des Planungsgebiets herstellen

(4) Berechnen der Merkmale  $M_p$ :

Berechnungen entsprechend Schritt (2) für die raumbezogenen Planungsdaten

(5) Berechnen des Merkmals  $M_{ri}$  mit geringstem Abstand zu Merkmal  $M_p$ :

- Durch Anwendung von dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren zur Berechnung der Ähnlichkeit von Objekten mit mehrdimensionalen Merkmalsvektoren (z.B. Clusterverfahren) wird das Merkmal  $M_{ri}$  (Referenznetzdaten) mit dem geringsten Abstand zum Merkmal  $M_p$  (Planungsdaten) im Merkmalsraum berechnet.
- Durch die eindeutige Relation zwischen raumbezogenen Referenzdaten und Referenznetzdaten ist über den Index  $i$  das zugehörige Referenznetz  $N_{ri}$  bestimmt.
- 10 (6) Lesen der Daten des Referenznetzes  $N_{ri}$ :  
Zugriff auf die Netzdaten und Parameter  $Nr_1$  bis  $Nr_n$  des Referenznetzes herstellen
- (7) Transformation der Standortkoordinaten  $N_{ri} \rightarrow N_p$
- 15 Geographische Kongruenz der raumbezogenen Referenzdaten  $i$  und Planungsdaten  $p$  durch Verschiebung (geographische Länge und Breite) und Drehung mit Bezug zum Nullmeridian herstellen. Analoge Koordinaten-  
Transformation der Standorte der Basisstationen (Anwendung Addition, Subtraktion, Kreisfunktion).
- 20 (8) Transformation der Hauptstrahlrichtungen  $N_{ri} \rightarrow N_p$   
Analog zu Schritt (7), Transformation der Winkel der Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen mit Bezug zur geographischen Drehung von  $N_{ri}$  zu  $N_p$  (Anwendung von Addition und Subtraktion).
- 25 (9) Ausgabe der Daten des Netzentwurfs  $N_p$ :  
Speichern der Daten des Netzentwurfs  $N_p$  auf das Speichermedium  
Ausgabe des Abstandes der Merkmale  $M_{ri}$  (raumbezogene Referenzdaten) und  $M_p$  (raumbezogene Planungsdaten) im mehrdimensionalen Merkmalsraum als
- 30 Qualitätsmaß für die Paßfähigkeit des automatisch erzeugten Netzentwurfs  $N_p$ .

**Zeichnungslegende**

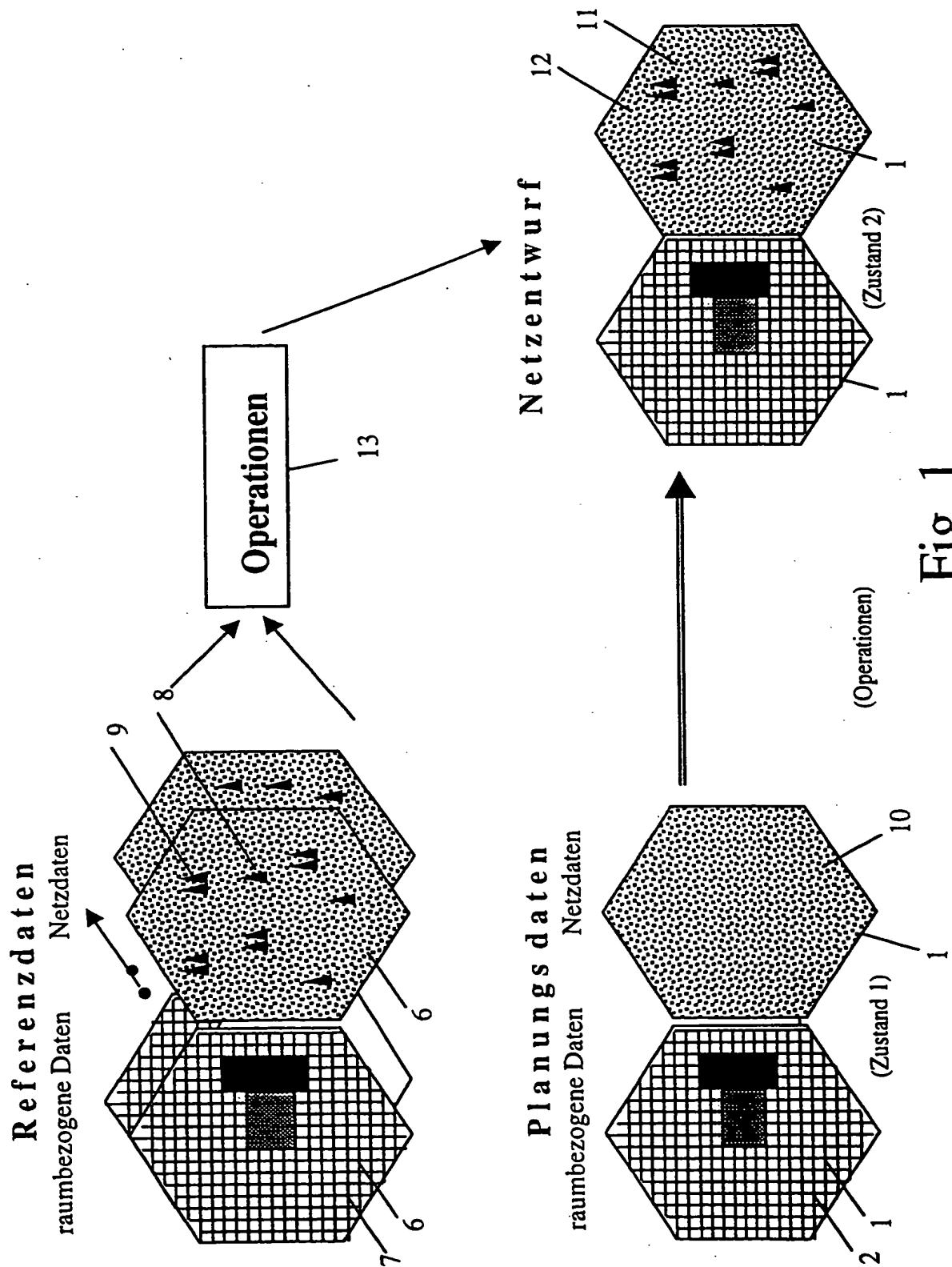
- |    |    |                          |
|----|----|--------------------------|
|    | 1  | Planungsgebiet           |
| 5  | 2  | Flächenquadrat           |
|    | 3  | Dichtepunkte             |
|    | 4  | Basisstation             |
|    | 5  | Versorgungsgebiet        |
|    | 6  | Referenzgebiet           |
| 10 | 7  | Flächenquadrat           |
|    | 8  | Feldstärkeverteilung     |
|    | 9  | Basisstation             |
|    | 10 | zu ermittelnde Netzdaten |
|    | 11 | Feldstärkeverteilung     |
| 15 | 12 | Basisstation             |
|    | 13 | Operationen              |
-

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum automatischen Entwurf zellularer Mobilfunknetze,  
5 **dadurch gekennzeichnet**,  
daß aus vorhandenen Planungsdaten realisierter, bereits geplanter oder  
abstrakter zellularer Mobilfunknetze oder Teilnetze und den raumbezogenen  
Daten ihrer Planungsgebiete sowie den raumbezogenen Daten eines neuen  
Planungsgebiets durch Verarbeitung der Relationen zwischen den  
10 raumbezogenen Referenz- und Planungsdaten sowie Anwendung von  
Koordinaten- und Winkeltransformationen auf die Standortkoordinaten der  
Basisstationen und Hauptstrahlrichtungen der Antennen der Basisstationen  
der Referenzdaten automatisch ein Entwurf des zellularen Mobilfunknetzes  
oder Teilnetzes für das neue Planungsgebiet erzeugt wird.  
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Qualität des  
Netzentwurfs durch Quantifizierung der Relationen zwischen raumbezogenen  
Referenz- und Planungsdaten bewertet wird.  

---
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die  
raumbezogenen Planungsdaten in bekannter Weise erfasst, gespeichert,  
geprüft und verarbeitet werden .
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß  
25 die raumbezogenen Planungsdaten als ein- oder mehrdimensionale Merkmale  
und/oder Parameter dargestellt werden und in einer Datenbasis vorgehalten  
werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß  
30 die raumbezogenen und netzbezogenen Referenzdaten in einer Datenbasis  
vorgehalten werden und als ein- oder mehrdimensionale Merkmale und/oder  
Parameter dargestellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß,  
35 ohne notwendigen Eingriff des Menschen, für ein zu planendes Mobilfunknetz  
oder Teilnetz (N1) auf einer geographischen Fläche (1) ein reales oder  
abstraktes Mobilfunknetz oder Teilnetz (N2) auf einer realen oder abstrakten

geographischen Fläche (6) genau dann in den raumbezogenen Parametern Standortkoordinaten und Antennen-Hauptstrahlrichtungen verändert und auf der geographischen Fläche (1) durch Koordinatentransformation der geographischen Länge, Breite sowie der Drehung in Bezug auf den Nullmeridian im zu planenden Teilnetz (N1) substituiert wird, wenn die Merkmale der raumbezogenen Daten der geographischen Flächen (1) und (6) gleich sind oder nach einem bestimmten Kriterium gleichgesetzt werden.





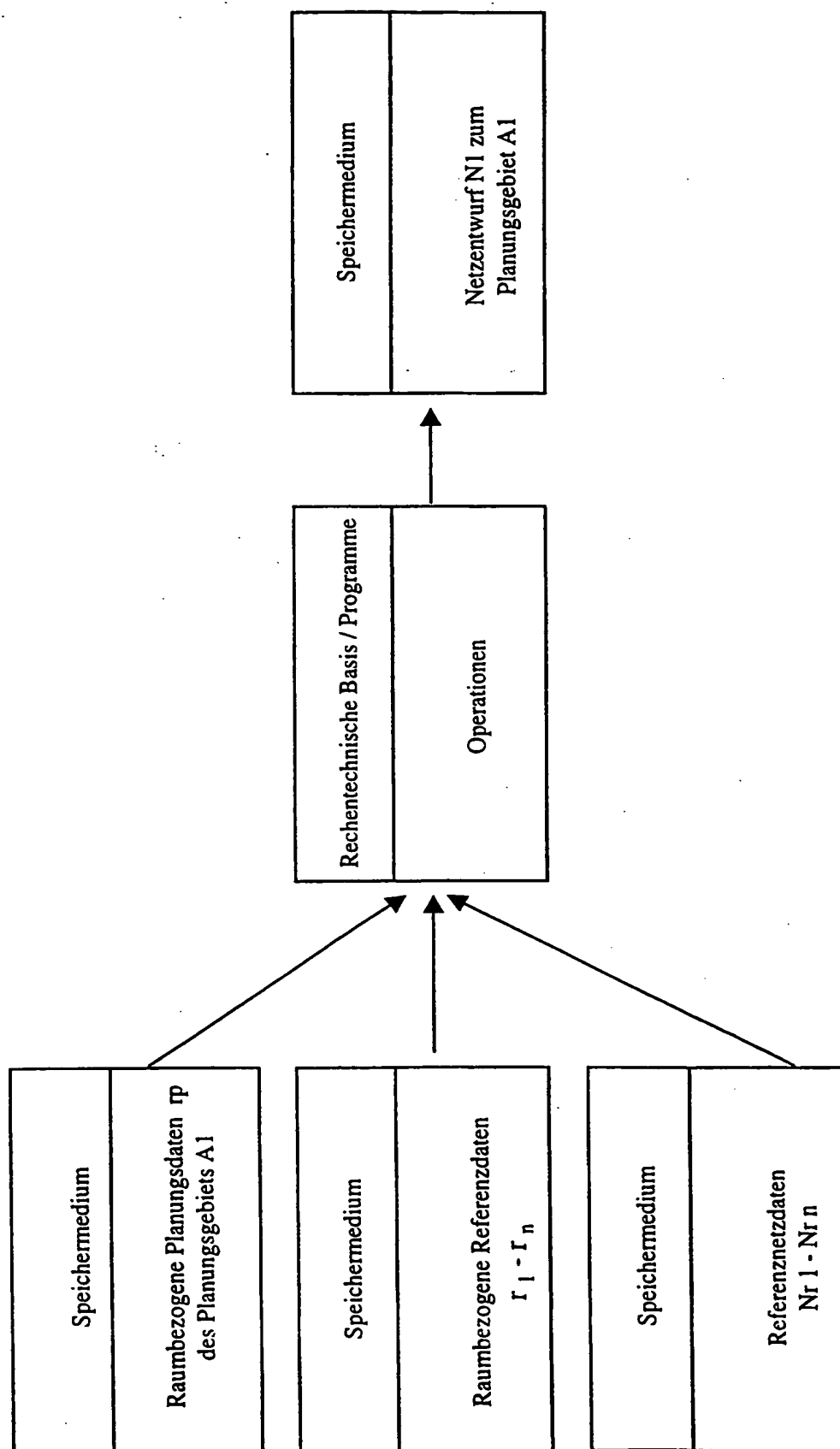


Fig. 2

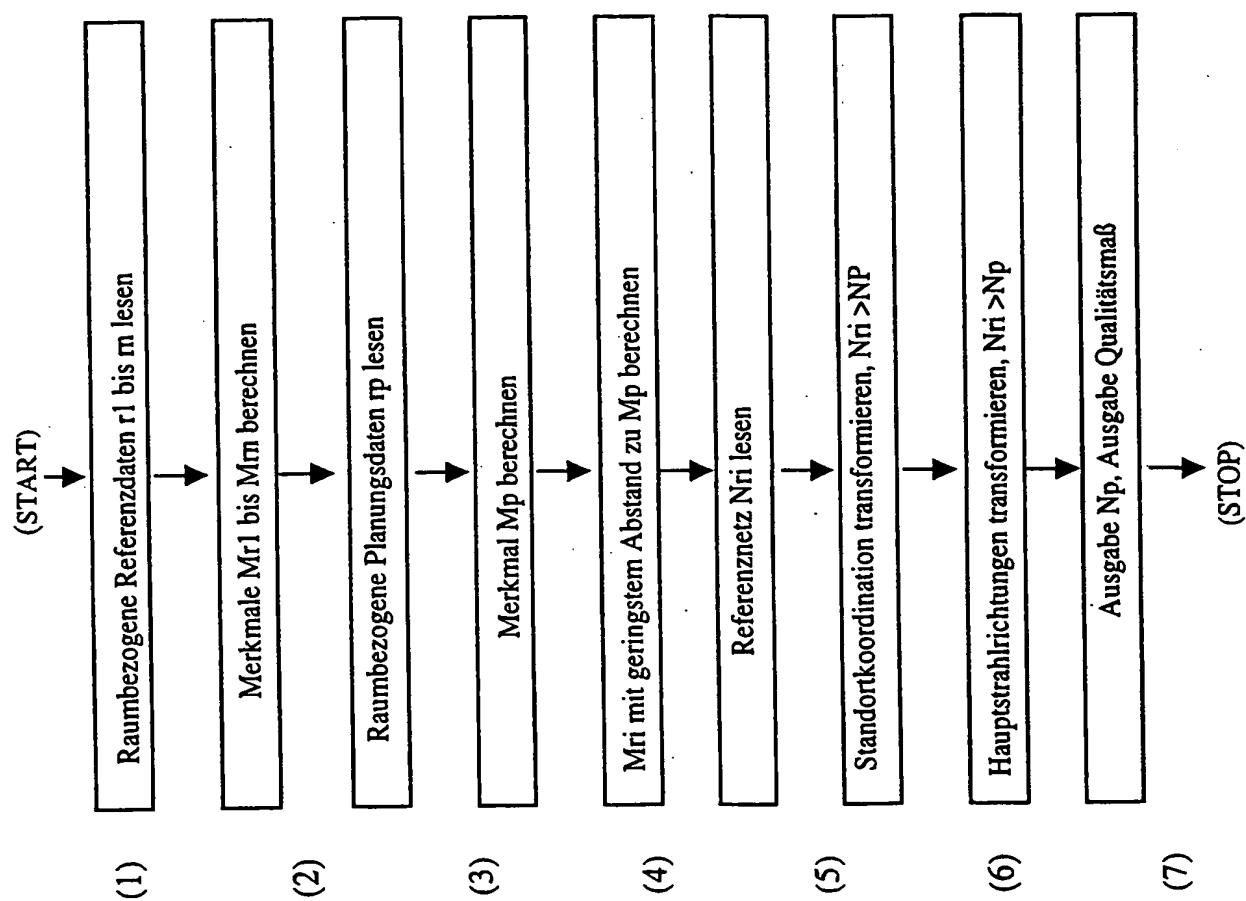
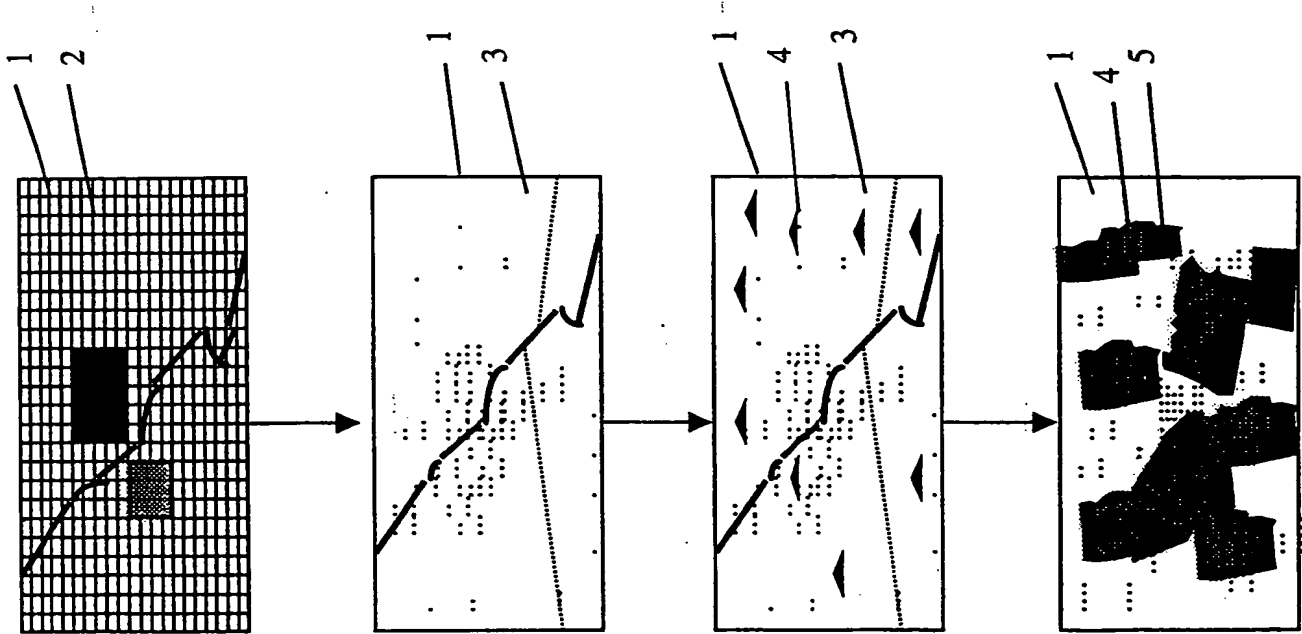


Fig. 3

Fig. 4



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>T98029 PCT</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>WEITERES VORGEHEN</b></td> <td style="width: 50%;">siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5</td> </tr> </table>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5		
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 00/ 00129</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">                             Internationales Anmeldedatum  <i>(Tag/Monat/Jahr)</i>  <b>14/01/2000</b> </td> <td style="width: 50%;">                             (Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i>  <b>14/01/1999</b> </td> </tr> </table>	Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>14/01/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>14/01/1999</b>
Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>14/01/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> <b>14/01/1999</b>		
Anmelder  <b>DeTeMobil et al</b>			

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

**1. Grundlage des Berichts**

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

**4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**5. Hinsichtlich der Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H04Q7/36

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>MENDE W ET AL: "MOBILE RADIO NETWORK MANAGEMENT SUPPORTED BY A PLANNING TOOL"</p> <p>IEEE NETWORK OPERATIONS AND MANAGEMENT SYMPOSIUM, US, NEW YORK, NY: IEEE, Bd. CONF. 10, 1998, Seiten 483-492, XP000799519 ISBN: 0-7803-4352-2</p> <p>Seite 484, Zeile 11 -Seite 486, Zeile 12</p> <p>Seite 487, Zeile 1 -Seite 489, Zeile 28</p> <p>---</p> <p>-/--</p>	1-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"G" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juni 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/06/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Heinrich, D

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>TUTSCHKU K ET AL: "ICEPT - AN INTEGRATED CELLULAR NETWORK PLANNING TOOL"</p> <p>IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE,US,NEW YORK, IEEE, Bd. CONF. 47, 1997, Seiten 765-769, XP000736711 ISBN: 0-7803-3660-7</p> <p>Seite 765, linke Spalte, Zeile 12 -rechte Spalte, Zeile 33</p> <p>Seite 768, linke Spalte, Zeile 1 - Zeile 34</p> <p>Seite 768, rechte Spalte, Zeile 4 -Seite 769, rechte Spalte, Zeile 14</p> <p>----</p>	1-6
A	<p>US 5 561 841 A (OTS MARKUS)</p> <p>1. Oktober 1996 (1996-10-01)</p> <p>Spalte 4, Zeile 22 -Spalte 5, Zeile 60</p> <p>Spalte 7, Zeile 9 - Zeile 20</p> <p>-----</p>	1-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/DE 00/00129

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5561841 A	01-10-1996	FI 920291 A	24-07-1993
		AU 670424 B	18-07-1996
		AU 3354493 A	01-09-1993
		EP 0623272 A	09-11-1994
		WO 9315591 A	05-08-1993
		JP 7503345 T	06-04-1995
		NO 942760 A	23-09-1994
<hr/>			